

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josipa Knežević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Uzgojne metode i selekcijski postupci u uzgoju domaćih
životinja**

Završni rad

Osijek, 2019.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Josipa Knežević

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer Zootehnika

**Uzgojne metode i selekcijski postupci u uzgoju domaćih
životinja**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. izv.prof.dr.sc. Nikola Raguž
2. dr.sc. Kristina Gvozdanović
3. prof.dr.sc. Vesna Gantner

Osijek, 2019.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti u Osijeku
Preddiplomski sveučilišni studij Zootehnika

Završni rad

Josipa Knežević

Uzgojne metode i selekcijski postupci u uzgoju domaćih životinja

Sažetak:

Cilj ovoga rada je upoznati se s uzgojnim metodama i programima, na koji se način provode te kako se koriste u selekciji domaćih životinja. Uzgoj životinja uključuje selektivni uzgoj domaćih životinja s namjerom poboljšanja poželjnih (i nasljednih) kvaliteta u sljedećoj generaciji. Prirodna selekcija je proces u kojem životinje koje su bolje prilagođene svom okolišu imaju veće izgleda za preživljavanjem i veći broj potomaka od životinja koje su manje prilagođene svom okolišu. Stoga se može zaključiti da će sljedeća generacija, u prosjeku, biti više prilagođena nego trenutna generacija. Selekcija se odnosi na proces odabira roditelja koji će proizvesti sljedeću generaciju, dok se sustav sparivanja odnosi na metode uzgoja odabranih jedinki te tako o odabiru jedinki ovisi kako će se roditeljski aleli kombinirati unutar potomaka. S obzirom na to trebamo voditi računa o svojstvima koja želimo poboljšati, svojstvima koja ne želimo pogoršati, postotku inbridinga te ciljevima sparivanja. Pod pojmom uzgojne metode podrazumijeva se unaprijed određeno i smišljeno parenje unutar ili između pasmina. Parenje unutar pripadnika iste pasmine naziva se uzgoj u čistoj pasmini, a parenje između pripadnika različitih pasmina naziva se križanje.

Glavne riječi: uzgojne metode, selekcija, uzgojni program, metode križanje, domaće životinje

28 stranica, 11 slika, 7 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Zootechnique

BSc Thesis

Josipa Knežević

Methods and selection procedures in animal breeding

Summary:

The aim of this paper is to familiarize with breeding methods and programs, how they are implemented and how they are used in the selection of domestic animals. Animal breeding includes selective breeding of domestic animals with purpose of improving desirable (and hereditary) qualities in future generations. Natural selection is a process in which animals that are better adjusted to their environment make bigger changes in order to survive and produce more offspring than less adapted animals. The next generation will then, on average, be more adjusted than the current generation. Selection refers to the process of selecting parents that will create the next generation, while the mating system refers to methods of breeding selected individuals. Thus, the selection of individuals depends on how parental alleles will be combined within the offspring. Considering that, we need to take into account the properties that need improvement, the properties that should not deteriorate, the percentage of inbreeding and the mating goals. The term breeding method refers to a predetermined and deliberate mating within or between breeds. Mating within members of the same breed is called purebred breeding, while mating between members of different breeds is called crossbreeding.

Key words: breeding methods, selection, breeding program, crossing methods, domestic animals.

28 pages, 11 pictures, 7 references

BSc Thesis is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences in Osijek and digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Science in Osijek.

Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Domestikacija životinja.....	2
3. Prvi uzgojni programi i stvaranje pasmina.....	5
3.1. Uspostava uzgojnih programa.....	5
3.1.1. Proizvodni sustav	5
3.1.2. Cilj uzgoja	6
3.1.3. Prikupljanje informacija	6
3.1.4. Procjena uzgojne vrijednosti i kriteriji odabira	6
3.1.5. Izbor i parenje.....	7
3.1.6. Širenje genetske dobiti	7
3.1.7. Evaluacija rezultata	7
3.1.8. Izbor odgovarajuće pasmine.....	8
4. Negativni učinci uzgoja.....	9
5. Rezultati uzgoja životinja.....	11
5.1. Rezultati dobiveni u stočarstvu	12
5.2. Rezultati dobiveni u uzgoju peradi.....	13
5.3. Rezultati dobiveni u uzgoju konja.....	14
5.4. Rezultati dobiveni u uzgoju svinja	15
6. Odnos društva i uzgoja.....	17
7. Metode uzgoja.....	19
7.1. Uzgoj u čistoj pasmini (krvi).....	19
7.1.1. Uzgoj u čistoj pasmini izvan srodstva.....	20
7.1.2. Uzgoj u čistoj pasmini osvježivanjem krvi (pasmine)	20
7.1.3. Uzgoj u čistoj pasmini u srodstvu	20
7.1.4. Linijski uzgoj.....	21
7.2. Uzgoj križanjem	21
7.2.1. Heterozis.....	21
7.2.2. Metode križanja.....	22
8. Zaključak.....	26
9. Popis literature	27

1. Uvod

Domaće životinje su one koje čovjek pripitomljava i uzgaja radi koristi i razonode, a koje i same imaju koristi od takve trajne zajednice sa čovjekom jer su zaštićene u borbi za opstanak. Čovjek je odabirao iz prirode životinje čije su mu osobine bile važne pri uzgoju. U uzgoju domaćih životinja, cilj je selekcije poboljšati fenotip životinje koristeći selekcijske metode. Selekcija predstavlja uzgojni postupak za odabir roditelja budućih generacija. Kako bi se selekcija uspješno provela potrebno je poznavati nasljednu osnovu, odnosno genetsku vrijednost za pojedino svojstvo koje želimo poboljšati. Planskim uzgojem potiče se povećanje efikasnosti proizvodnje i uzgoja domaćih životinja uz očuvanje ili poboljšanje njihove vitalnosti, povećanje ekonomičnosti stočarske proizvodnje, poboljšanje kvalitete stočarskih proizvoda, te očuvanje genetske raznovrsnosti domaćih životinja. Uzgojni program određuje populacije na kojima se provodi, uzgojne ciljeve, metode i postupke ostvarivanja, sudionike provođenja i njihove međusobne odnose. Uzgojnim ciljem izgrađuje se poželjni genetski potencijal životinja. Kod određivanja uzgojnog cilja uzet je u obzir udio nasljeđivanja određenih osobina. Osnovna podjela uzgojnih metoda je uzgoj u čistoj pasmini, uzgoj u čistoj pasmini izvan srodstva, uzgoj u čistoj pasmini osvežavanjem krvi, uzgoj u čistoj pasmini u srodstvu, linijski uzgoj, uzgoj križanjem i heterozis. Nadalje, metode križanja dijele se na: uporabno ili gospodarsko, melioracijsko ili oplemenjujuće, povratno ili potiskujuće te kombinacijsko križanje koje ću detaljnije opisati u radu kao i uzgojne metode.

2. Domestikacija životinja

Povijest uzgoja domaćih životinja započela je sredinom 18. stoljeća, u vrijeme poljoprivredne revolucije, nakon što je u ranom neolitičkom razdoblju započeo proces domestikacije. Domestikacija je proces promjene do koje dolazi unutar jedne vrste pri prelasku od divlje životinje ili biljke u pripitomljen i udomaćeni oblik. Tijekom dužeg vremenskog razdoblja i kroz više generacija životinja ostaje genetski izolirana od svojih divljih srodnika, jer se nalazi pod nadzorom, zaštitom i brigom ljudi. Divlje životinje podliježu zakonima prirodne selekcije i imaju takva morfološka i fiziološka svojstva kakva im najbolje odgovaraju u borbi za opstanak. Domesticirane životinje čovjek u početku nije koristio za različite gospodarske svrhe za koje ih danas koristi. Domesticiranje divljih životinja odvija se na način, da ljudi za daljnji uzgoj odabiru jedinke čije osobine najviše odgovaraju poželjnim svojstvima, primjerice niži stupanj agresivnosti prema pripadnicima vlastite vrste i prema ljudima. Ovo se ne smije zamijeniti s pripitomljavanjem pojedine životinje. Svrha domesticiranja je preoblikovanje divljih životinja u čovjeku korisne životinje ili u kućne ljubimce. Domesticiranje jedne vrste životinja bitno mijenja pretpostavke za njen razvoj. Prirodni evolucijski razvoj se prekida, a zamjenjuje ga umjetni odabir prema uzgojnim kriterijima ljudi. Time se u okviru domesticiranja mijenjaju genetičke osobine životinja. U početku prvobitno domesticirane ovce nisu dvale vunu, već im je tijelo bilo obraslo dlakom, krave nisu davale više mlijeka negoli je bilo potrebno teletu jer mliječna žlijezda nije bila razvijena kao u današnjih krava. Proces domestikacije odvijao se kroz dugi niz godina u kojemu je glavnu ulogu odigrao čovjek i to najprije pripitomljavanjem, a zatim primjenom selekcije. Većina udomaćenih vrsta životinja nastala je u pretpovijesno doba (mlađe kameno doba). Među najstarije domaće životinje ubrajamo psa, a među mlađe goluba i kunića.

Vukovi su kao psi bili prve domaće životinje. U početku su korišteni za pomoć u lovu, da bi kasnije postali psi čuvari. Najstariji dokaz je otisak šape star oko 23.000 godina. No, genetska su istraživanja pokazala, da su se vuk i pas razdvojili još puno ranije, prema procjenama prije oko 125.000 godina. Prema tome, pas, odnosno vuk, je bio domaća životinja još puno ranije. Mačke su puno kasnije domesticirane zvijeri, prije oko 3.500 godina. One su potisnule već ranije domesticiranog *Mustela putorius furo*, koji vjerojatno potiče od europskog tvora. Mačka je ovu domesticiranu životinju u Europi potisnula tek nakon početka nove ere. Čovjek je koze, ovce i goveda, a vjerojatno i svinje domesticirao

već oko 80.000 godina pr. Kr. a konje oko 3.500 godina pr. Kr. Sve ove vrste su ljudima u početku služile samo kao hrana, a koze, ovce i goveda i za snabdijevanje sekundarnim proizvodima, mlijekom i sirom. Prva radna životinja je bio vol, kastrirani bik. Bio je korišten za vuču već od oko 5.500 godina pr. Kr. Tome su se kasnije pridružili magarci i konji, da bi na kraju postali i jahaće životinje. U novijoj povijesti ovim životinjama su se pridružile ljame, zamorci i sjeverni jeleni, u početku kao izvor mesa. Kasnije, zamorci postaju u Europi omiljeni kućni ljubimci. Slično je i s nekim hrčcima. Domesticiranje konja je uspjelo, kako se čini, u više različitih dijelova svijeta u isto vrijeme. Znanstvenici koji su proučavali mitohondrijsku DNK konja, utvrdili su da ne postoji zajedničko porijeklo konja. Konj je nakon ledenog doba preživio tek kao "ostatak populacije" (iberijski konji). Prvo domesticiranje konja uspjelo je u stepama Istoka. Nakon toga, domesticiranje je uslijedilo posvuda.

Kod domesticiranja dolazi do cijelog niza promjena osobina u odnosu na divlje oblike iste vrste. To se naziva efektom domesticiranja:

- smanjenje mase mozga za oko 20-30%, najviše u onim dijelovima mozga koji su značajni za obradu informacija koje šalju pojedina osjetila
- povećanje onih svojstava koja su korisna čovjeku (npr. povećanje mliječnosti kod goveda)
- promjena i gubitak nekih svojstava (npr. smanjenje agresivnosti)
- reduciranje zubala i rogova
- promjena boje krzna od maskirnih prema upadljivijim, raznovrsnijim bojama
- smanjenje obraslosti dlakama (npr. kod svinja)
- reduciranje probavnog trakta
- stvaranje pasmina koje dijelom pokazuju značajne razlike u osnovnom izgledu (npr. malene pasmine pasa, jednako kao i bernardinac, potječu od istog pretka, vuka)
- manje razvijeni refleksi bijega i obrane
- povećana sposobnost razmnožavanja

- manje izražena briga za potomstvo

Tijekom vremenski dugog procesa domestikacije čovjek je koristeći stečena saznanja i iskustva o hranidbi, držanju, zaštiti zdravlja i selekciji s jedne strane, te zahvaljujući temeljnim biološkim svojstvima životinja (sposobnost preživljavanja, reprodukcije i prenošenja svojstava na potomstvo) s druge strane, uspio postići sve veće razlike između divljih i domaćih životinja. Posebice se to odnosi na skupine iste vrste s prebivalištem u različitim klimatskim područjima. Varijabilnost je u nasljednim svojstvima kao posljedica domestikacije dovela do stvaranja brojnih pasmina. (Jovanovac, 2012.)

3. Prvi uzgojni programi i stvaranje pasmina

Uzgojni program je skup selekcijskih postupaka kojim se ostvaruje genetsko unaprijeđivanje pojedinih vrsta i pasmina i predstavlja temeljnu smjernicu razvoja stočarstva usklađenu s gospodarskim ciljevima jedne države. Odavno se pokazalo da bez organiziranog uzgojno-seleksijskog rada nema uspješne stočarske proizvodnje. Uspješnom se proizvodnjom smatra ona koja kroz plansku selekciju i primjenu odgovarajućih zootehničkih postupaka osigurava maksimalnu gospodarsku korist. Opći je cilj svakog uzgojnog programa uzgojiti životinje poželjnog genetskog potencijala za proizvodna i funkcionalna svojstva (reproduktivna sposobnost, zdravlje, otpornost i dugovječnost). Uzgojni program izrađuje se za svaku vrstu/pasminu domaće životinje pojedinačno. Svaka od njih predstavlja jednu populaciju. Populacija u tom smislu predstavlja osnovnu selekcijsku jedinicu. Međutim, unutar jedne vrste može biti više populacija sastavljenih iz više pasmina različitih proizvodnih usmjerenja. Primjerice, unutar populacije svinja postoje više pasmina koje su uključene u uzgojni program; unutar populacije goveda razlikuje se uzgojni program za pasmine dvojnih proizvodnih svojstava (simentalska pasmina) od onih koje su usmjerene samo na jednu proizvodnju (holštajn pasmina). Stoga je pri dizajniranju uzgojnog programa potrebno voditi računa o specifičnostima svake populacije i pasmine te o gospodarskoj vrijednosti proizvoda. (Jovanovac, 2012.)

3.1. Uspostava uzgojnih programa

3.1.1. Proizvodni sustav

Postavljanje započinje opisom proizvodnog sustava. Općenito govoreći, analiza načina na koji držimo životinje i za koju svrhu. Što je relevantno u tom pogledu? Ponašanje i zdravlje malih pasa koji su zadržani samo kao prateća životinja su vrlo važni. Također je vrlo važno ponašanje na ispaši i kondicija tijekom cijele godine kod divljih ovaca koje se drže u teškim uvjetima. Za uzgoj brojlera u intenzivnim sustavima s visokim troškovima proizvodnje, konačan je dnevni rast.

3.1.2. Cilj uzgoja

Koja obilježja treba poboljšati u sljedećim generacijama. Koji će biti uzgojni cilj? Ovo pitanje je vrlo povezano s razlozima zbog kojih držimo životinje. Ovaj proces zasluži temeljitu studiju i dugotrajan zaključak jer je uzgoj životinja djelotvoran samo onda kada se uzgojni cilj održava već generacijama. Primjeri ciljeva uzgoja su definirana poboljšanja u svojstvima proizvodnje, kvaliteti proizvoda, osobinama zdravlja i dobrobiti, osobinama konformacije, sportskom učinku, plodnosti, itd.

3.1.3. Prikupljanje informacija

Pознаvajući cilj uzgoja, potrebno je prikupiti relevantne informacije. U tom pogledu važne su osobine životinja koje mogu pomoći u utvrđivanju vrijednosti životinje u odnosu na cilj uzgoja. Kada je učinak skakanja u konja značajan za uzgoj, prikupljaju se podaci o skakanju. Kada je plodnost svinja u cilju uzgoja, bilježe se osobine legla. Ostale relevantne informacije su rodovnice životinja. Uzgoj životinja podrazumijeva prenošenje genetskih karakteristika i predispozicija iz generacije u generaciju. Kada želimo pratiti ili utjecati na proces prenošenja nasljednih osobina, ključna je registracija odnosa roditelja i potomaka, odnosno rodovnica životinje. Danas je DNK analiza moguća i koristi se u uzgoju životinja.

3.1.4. Procjena uzgojne vrijednosti i kriteriji odabira

Znajući cilj uzgoja i nakon praćenja i mjerenja relevantnih svojstava potencijalnih roditelja, mora se odlučiti koje će životinje biti odabrane kao roditelji i koje su životinje isključene za reprodukciju. Na temelju genetskog modela, statističkog modela koji uključuje podatke o pedigreu, procjenjuje se uzgojna vrijednost za osobinu. Danas, kada su dostupne DNK informacije o životinjama, može ih se koristiti i za procjenu uzgojnih vrijednosti. Procijenjena uzgojna vrijednost ukazuje na vrijednost životinje u odnosu na cilj uzgoja: najniža će imati negativan utjecaj na svojstva, a najviša će poboljšati svojstva u uzgoju.

3.1.5. Izbor i parenje

S obzirom na procijenjene uzgojne vrijednosti, treba se odabrati najbolji roditelji. Roditelji s višom prosječnom procijenjenom uzgojnom vrijednosti poboljšat će svojstva uzgoja u sljedećoj generaciji. Pravilan odabir roditelja dat će pozivitan odgovor na odabir u sljedećim generacijama.

3.1.6. Širenje genetske dobiti

U mnogim oplemenjivačkim shemama broj životinja kod kojih se mjere određena svojstva je relativno mali u odnosu na populaciju životinja koje se koriste za ljudske potrebe. U komercijalnim programima svinja i peradarskim programima selekcija se odvija na vrhu piramidalnog programa uzgoja i kroz nekoliko "multipliciranja generacija" rezultat selekcije dobiven na vrhu distribuira se životinjama koje proizvode meso ili se uzgajaju jaja. U uzgoju goveda umjetne tehnike razmnožavanja, posebice tehnike umjetne oplodnje, pružaju mogućnost za proizvodnju velikog broja potomaka, odnosno širenja gena određenih životinja. Izbor malog broja životinja može imati velik utjecaj na osobine populacije. Unutar komercijalnih uzgojnih shema, npr. za perad i svinje križane su specijalizirane linije. Svaka od ovih linija je odabrana za specifična svojstva i nalazila se u fazama množenja kako bi se dobila križana potomstva s osobinama cilja uzgoja, kombinirajući osobine svake linije.

3.1.7. Evaluacija rezultata

Program uzgoja treba redovito ocjenjivati. Neka od glavnih pitanja su: jesmo li postigli ono što smo htjeli? Je li nova generacija životinja bolja s obzirom na obilježja ciljeva uzgoja? Promatramo li neželjene učinke selekcije? Npr. postignut je bolji rast životinja za proizvodnju mesa, ali životinje imaju više problema s nogama nego njihovi roditelji. Drugo je pitanje: što se dogodilo s povezanošću životinja nove generacije? Jesu li one više povezane jedne s drugima nego sa svojim roditeljima, zbog činjenice da je za ovu generaciju odabrano samo nekoliko jako povezanih životinja kao roditelje? Jesmo li smanjili genetsku raznolikost populacije?

Zatim ponovno počinje uzgojni krug s kritičkim osvrtom na promjene u proizvodnom sustavu.

3.1.8. Izbor odgovarajuće pasmine

Izbor najprikladnije pasmine za korištenje u određenom okruženju ili proizvodnom sustavu trebao bi biti prvi korak pri pokretanju programa uzgoja i potrebno je posvetiti odgovarajuću pozornost adaptivnoj izvedbi pasmine. Brojni su primjeri životinja visokoproduktivnih pasmina (npr. Holstein Friesian mliječne krave) uvezene u tropskim zemljama bez ikakvog uspjeha. Životinje nisu prilagođene visokim temperaturama, teško se reproduciraju i toplinski stres ometa visoke razine proizvodnje. Osim toga, mnoge tropske bolesti dovode do visoke smrtnosti. U svim sustavima proizvodnje hrane važno je prilagoditi životinje uvjetima u sustavu. Kada se ignoriraju, sposobnost životinja će se smanjiti. Adaptivnu sposobnost karakteriziraju osobine preživljavanja, zdravlja i reprodukcije. U toplijim tropskim područjima raširene su patogene i epidemijske bolesti, klimatski uvjeti su stresni, a hrana i voda su slabo dostupni. Tamo, lokalno prilagođene autohtone pasmine pokazuju daleko veću razinu otpornosti i adaptacije zbog svojih evolucijskih korijena u odnosu na uvezene pasmine.

4. Negativni učinci uzgoja

Sve što je proizašlo iz prakse uzgoja životinja nije isključivo i pozitivno. Postoje primjeri gdje je selektivni uzgoj otišao predaleko, primjerice u uzgoju pasa, koji će biti kasnije opisan. Postoje i primjeri gdje je selektivno oplemenjivanje poboljšalo određene performanse, ali je istovremeno i pogoršalo neka druga svojstva koje možda nisu bila svjesno obuhvaćena u selekciji: takozvani negativni korelirani učinci obično se uočavaju poslije. To je slučaj jer je potrebno neko vrijeme da se shvati da su negativni učinci strukturni, a ne slučajni, te da se sve češće javljaju u cijeloj populaciji. Čak i tada ponekad je potrebno krenuti natrag kako bi shvatili negativne posljedice.

Negativni učinci u uzgoju pasa

Neki jasni primjeri odabira koji su otišli predaleko mogu se naći u uzgoju pasa. To je djelomično zbog toga što selektivni uzgoj u pasa ima dugu povijest, ali uglavnom zato što su neke pasmine pasa odabrane uglavnom na izgled. A „najekstremniji“ izgledi smatraju se najboljima, pa je selekcija u tim pasminama bila, i još uvijek je, na ekstremnim izgledima. Činjenica da oblik lubanje kod nekih pasmina otežava uzimanje hrane jer je gornja čeljust puno kraća od donje čeljusti, kao u slučaju boksera ili buldoga. Disanje, kao u slučaju svih pasmina s kratkom gornjom vilicom koja rezultira ravnim licem. Rađanje ili čak parenje bez medicinske intervencije (npr. buldog). Postoji rizik da oči iskoče iz glave jer je lubanja premala za njihovu oči (npr. Pekinese, Chihuahuu) su jasni primjeri da se selekcija odvija predaleko. Većina tih primjera odnosi se samo na lubanju. Ostale značajke pasmine koje ne povećavaju dobrobit psa su, na primjer, preduge uši tako da su infekcije česte (npr. Basset), ili duga leđa i vrat tako da je bolest intervertebralnog diska postala uobičajena (npr. Jazavičar), ili previše kože, tako da upala između nabora postane uobičajena (npr. Buldog), ili nagnutost natrag tako da su problemi kuka česti (npr. Njemački ovčar). Svi primjeri odnose se na selektivni uzgoj i uzimanje pasmina previše ekstremno. Gledajući unatrag shvaćamo da smo otišli predaleko. (Oldenbroek Kor and van der Waaij Liesbeth, 2014.)

Negativni učini uzgoja na domaćim životinjama

Nisu samo psi vrsta koja bijaše selektivno uzgajana korak predaleko. Izbor za veliko potomstvo rezultirao je visokim udjelom teških porođaja, koji su ponekad zahtijevali carski rez u Texelovoj ovci, pa čak i gotovo kao standardni način poroda u pasminama goveda, kao što su belgijsko bijelo-plavo govedo i nizozemsko crveno-bijelo govedo. U izboru Texel ovaca zbog teških porođaja došlo je do smanjenja udjela rađanja koji zahtijeva pomoć. U ovom slučaju proces se može preokrenuti. Ali u belgijskom bijelo-plavom i nizozemskom crveno-bijelom govedu situacija je problematičnija i proces popravka će potrajati mnogo generacija. Problemi s rođenjem nisu jedina nenamjerna negativna posljedica selektivnog uzgoja na domaćim životinjama. Namjera uzgoja bila je proizvesti mnogo hrane, ali jeftino kako bi bila dostupna svima. To je rezultiralo intenzivnim uzgojnim sustavima, kao što su svinje i uzgoj peradi, gdje bi se životinjski proizvodi trebali proizvoditi sa što manje troškova. Tako brzo rastu ili daju više jaja s manje hrane. To je već dugi niz godina dobro prošlo i uzgajivači su doista smatrali da genetska poboljšanja neće biti ograničena jer se proizvodnja linearno povećavala. Nažalost, osamdesetih godina postalo je jasnije da postoje i negativne posljedice jake selekcije za poboljšanje nekih svojstava. Primjerice, brojleri su počeli pokazivati zdravstvene probleme s metabolizmom zbog brzog rasta, u kokoši nesilica počeli su se povećavati prijelomi kostiju jer nisu mogle imati dovoljan unos kalcija koji bi se pohranio u sve veći broj jaja, mliječne krave i krmače počele su smanjivati plodnost tijekom visokog proizvodnog razdoblja. Budući da su ti problemi postali očigledni, pritisak na selekciju pomaknuo se od uglavnom performansi do mnogo više pozornosti na zdravlje životinja i reproduktivne performanse. Taj je pomak bio trend u svim vrstama životinja na farmama.

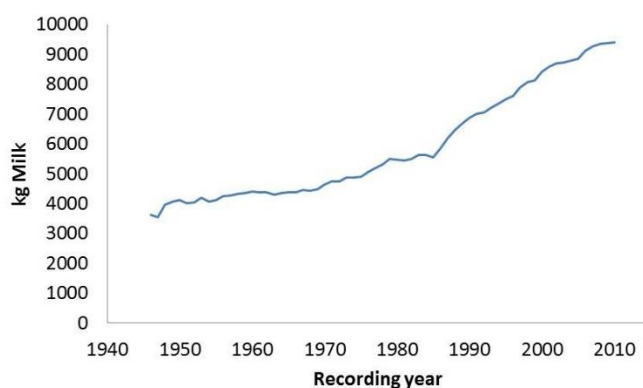
5. Rezultati uzgoja životinja

Do otprilike 1700. godine uzgoj životinja zapravo nije postojao, kao ni selekcijski uzgoj. Ljudi su parili svoje životinje sa životinjama u susjedstvu koja im se svidjela. Nije bilo sustavnog načina odabira životinja za razmnožavanje, na temelju unaprijed definiranih karakteristika koje se nisu mijenjale od parenja do parenja, ali su ostale slične u tom vremenu. U Europi, podrijetlo uzgoja životinja leži u Ujedinjenom Kraljevstvu. Sir Robert Bakewell (1725.-1795.) je vodio preciznu evidenciju o proizvodnosti životinja kako bi se omogućio objektivan odabir. Koristio je inbriding (parenje srodnih životinja sa sličnim osobinama) za poboljšanje određenih svojstava kod životinja te je također uveo testiranje potomstva: metodu ocjenjivanja učinka prve (male) skupine potomaka i te podatke koristio za odabir najboljeg oca za budućnost potomstva. Promicao je ideju da se "najbolje uzgaja najbolje". (Oldenbroek Kor and van der Waaij Liesbeth, 2014.)

Selektivni uzgoj životinja ima već gotovo 300 godina povijesti. Od tada je mnogo toga postignuto. Očigledni rezultati postignuti su na području uzgoja pasa. Selektivnim uzgojem nastali su vrlo visoki psi poput irskog vučjeg psa (> 71 cm), vrlo teški psi, poput Boerboela (50-80 kg), vrlo mali psi poput Chihuahua (20 cm), vrlo brzi psi poput hrtova (17,5 m/sek), i još mnogo više pasmina različitih izgleda i namjena. Veličina genetskog poboljšanja iz generacije u generaciju ovisi o tehnici koja se koristi za odabir životinja za uzgoj. Uvođenje novih tehnika odabira omogućilo je precizniji i učinkovitiji odabir najboljih životinja za uzgoj. Posebno uvođenje tehnika razmnožavanja kao što je umjetno osjemenjivanje, koje je omogućilo veliki broj potomaka po ocu, omogućilo je odabir samo najboljih mužjaka za uzgoj. Tehnike sa sličnim učinkom na broj potomaka po roditelju nisu dostupne za žensku reprodukciju, ali i kod ženskih tehnika kao što je transplantacija embrija ili podizanje jajne stanice omogućile su proizvodnju mnogo većeg broja potomaka izvrsnih ženki nego kod normalne reproduksijske tehnike u vrstama gdje je normalno bilo samo jedan ili nekoliko potomaka godišnje.

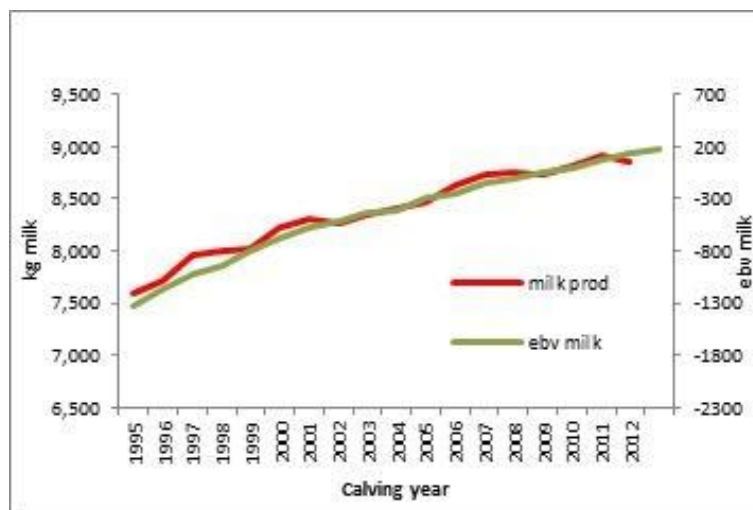
5.1. Rezultati dobiveni u stočarstvu

Na slici 1 vidimo povećanje proizvodnje mlijeka u Nizozemskoj između 1945. i 2000. godine. Povećanje do 1970. godine znatno je manje od onog od 1990. nadalje. Razlozi za to su mnogobrojni, ali važni su vrlo snažni porast korištenja umjetnog osjemenjivanja, tako da je moguće intenzivnije biranje bikova, uvođenje točnijih tehnika za procjenu uzgojnih vrijednosti, uvođenje automatske mužnje i slobodnog načina držanja umjesto vezanja, i kvalitetnija hranidba.



Slika 1: Fenotipski trend proizvodnje mlijeka nizozemskih crno-bijelih mliječnih goveda u razdoblju od 1945. do 2010. godine (Oldenbroek i van der Waaij, 2014.)

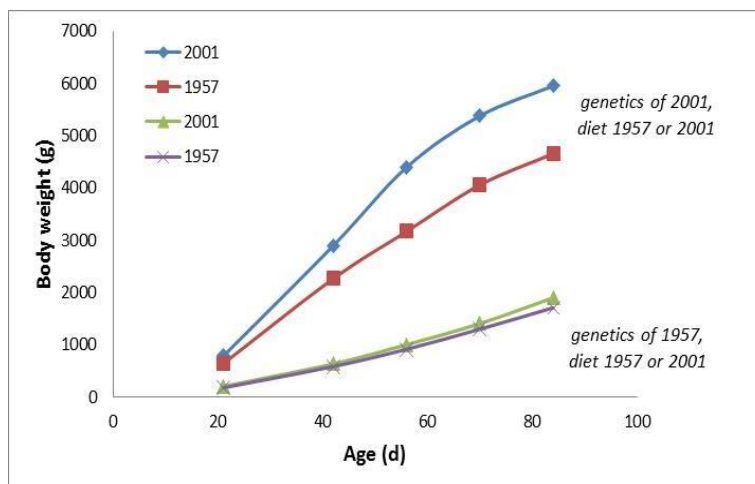
Na grafikonu na slici 2 nalazi se fenotipski trend u odnosu na genetski trend u razdoblju 1995.-2013. Vidljivo je povećanje fenotipske (= ostvarene) proizvodnje mlijeka u tom razdoblju vrlo slično procijenjenom povećanju genetskog potencijala za proizvodnju mlijeka: u oba slučaja oko 1500 kg. To pokazuje da sustavna poboljšanja u okolišu, kao što su automatska mužnja, slobodno držanje i kvaliteta hranidbe imaju slične učinke na sve krave.



Slika 2: Fenotipski trend (crveni) u odnosu na procijenjeni genetski trend (zeleno) za proizvodnju mlijeka u nizozemskim crno-bijelim mliječnim govedima u razdoblju 1995. - 2013. Ebv = procijenjena uzgojna vrijednost (izvor: CRV, Nizozemska).

5.2. Rezultati dobiveni u uzgoju peradi

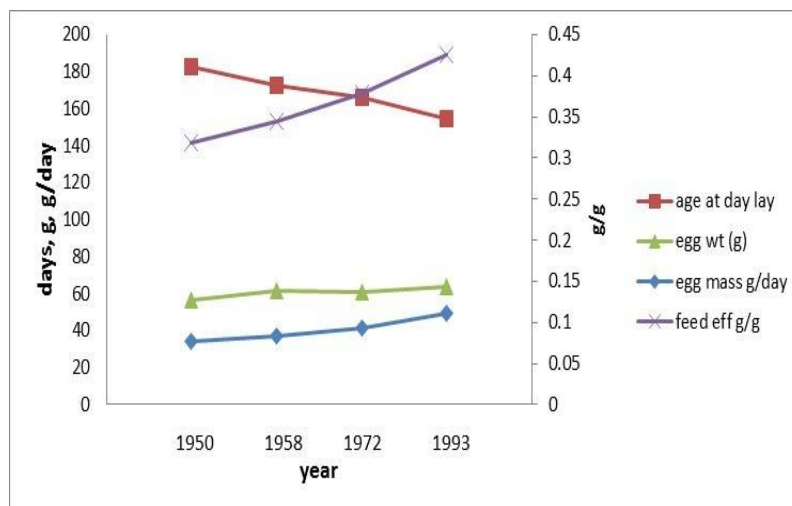
Na slici 3 može se vidjeti primjere onoga što je postignuto u uzgoju brojlera i nesilica od 1950-ih. Na slici 4 vidi se da iako je učinak poboljšane hranidbe prisutan u brojlera, selektivni uzgoj je najvažniji razlog za veliko povećanje tjelesne težine u tjednima porasta.



Slika 3: Učinak genetskog unaprijeđenja i hranidbe na težinu u fiksnim godinama u 2001. u usporedbi s 1957. u brojlera (Havenstein i sur., 2003).

Nevjerojatno je da je selektivni uzgoj povećao tjelesnu težinu na 84 dana od 1907 g 1957. do 5958 g 2001. godine, i to na istoj hranidbi. Masa je više nego utrostručena! U kokoši

nesilica učinak selektivnog uzgoja nije tako velik, ali i ovdje u 43 godine selektivnog uzgoja kokoši počinju ležati 28 dana (= 15%) ranije, položiti 7 g (= 12,5%) teža jaja, položiti više jaja, i za to koriste oko 10% manje hrane! To je bilo 1993., selekcija se od tada nastavlja. Tjelesna težina kokoši nesilica ostala je otprilike ista (Rishell, 1997).



Slika 4: Učinak selektivnog uzgoja u kokoši nesilica na starost pri prvom jajetu, težinu i masu jaja, te učinkovitost hranidbe u razdoblju od 1950. do 1993. (Faure i sur., 2001).

5.3 Rezultati dobiveni u uzgoju konja

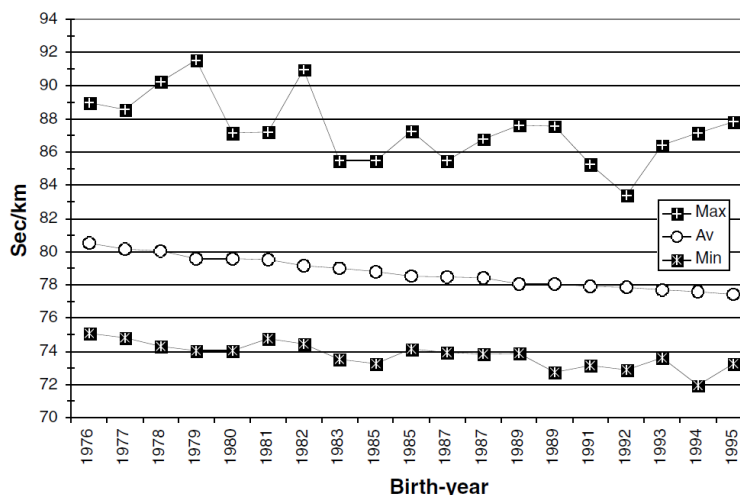
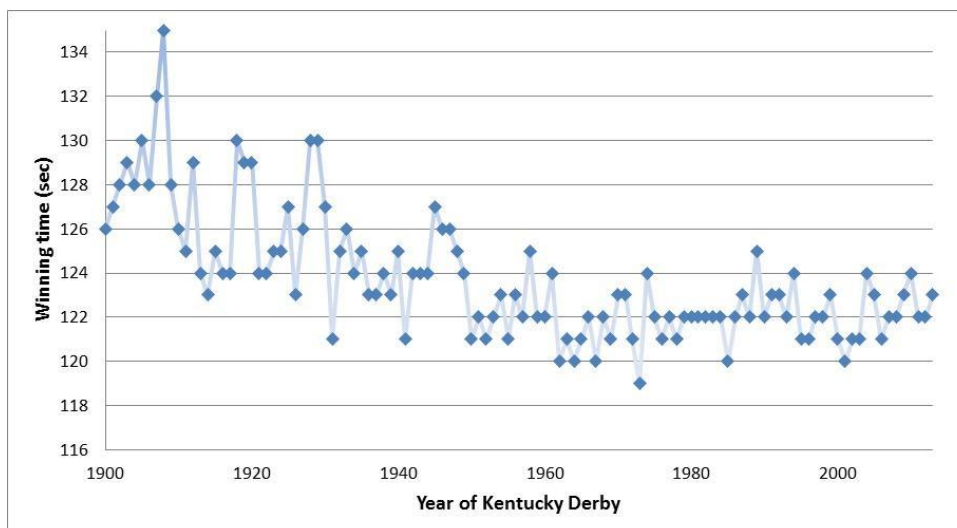


Fig. 6.2. Progress in trotting horses: racing times (average, minimum, and maximum) of Swedish Standardbred males. (Source: Arnason 2001)

Slika 5: Prikaz fenotipski trendovi u brzini utrke u švedskim standardbred muškim kasačima u razdoblju od 1976. do 1996. godine (Arnasson, 2001)

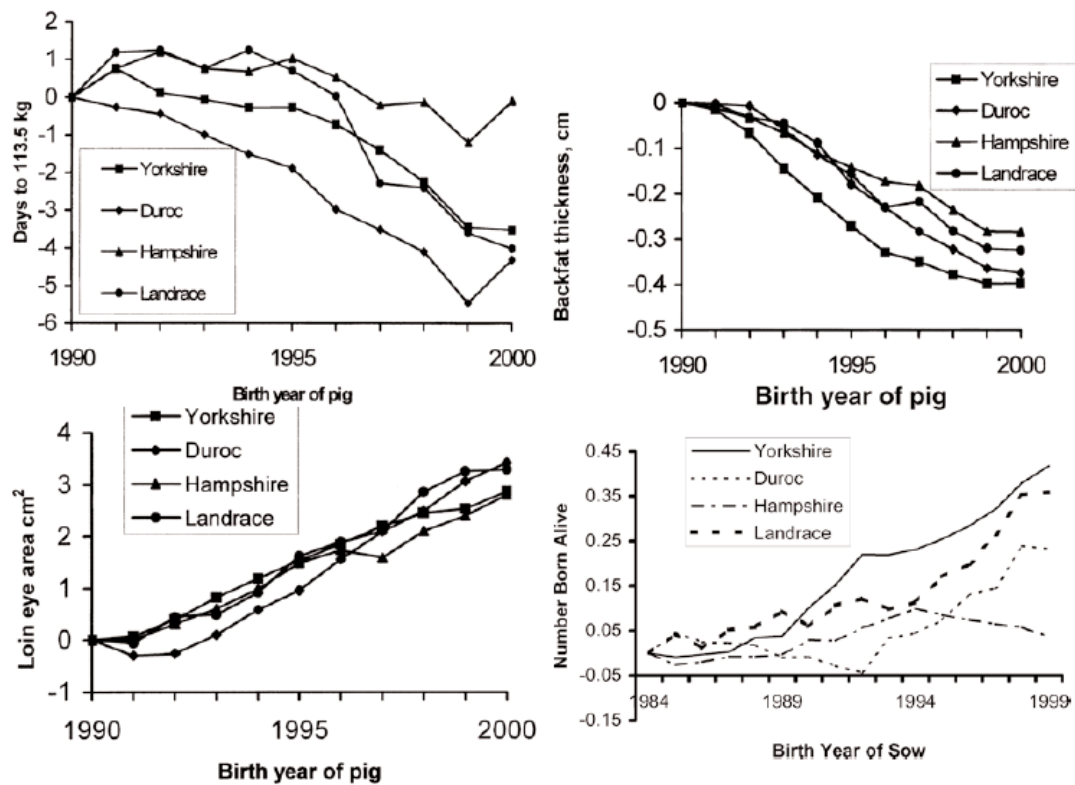


Slika 6: Fenotipski trendovi u osvajanju utrka za konjičare u Kentucky Derby u razdoblju 1900 – 2013. (Oldenbroek i van der Waaij, 2014.)

Selektivni uzgoj kasačkih konja doveo je do linearnog opadanja njihove brzine trčanja (izraženog u kilometrima) za otprilike 1 sekundu u 20 godina te nema dokaza da će se ova uspješnost smanjivati. Kod trkačkih konja također se pokazala uspješnost selektivnog uzgoja. Naime, selektivni uzgoj trkačkih konja doveo je do toga da oni brže trče. Ipak, za trkače konje uspješnost počinje zastajati u ranim 1950-im godinama. Iako je selektivni uzgoj nastavljen, čak i s naprednijim tehnikama, životinje nisu postajale brže. Zašto? To je još uvijek nejasno iz razloga što postoje dokazi za genetske varijacije, odnosno dokazano je da su neke životinje genetski superiornije drugima. Osoba koja shvati kako ponovno povećati brzinu trkačkih konja bit će vrlo bogata.

5.4. Rezultati dobiveni u uzgoju svinja

Rezultati dobiveni za selektivni uzgoj svinja: kod selektivnog uzgoja svinja vidi se sličan trend. Na slici 7 mogu se vidjeti rezultati desetogodišnjeg selektivnog uzgoja na rast, ledni mišić u svinja (najskuplji dio mesa), mršavost/vitkost (debljina leđa) i reproduktivnu uspješnost (broj rođenih svinja). Ovdje se također može vidjeti jasan porast u osobinama koje doprinose dohotku (ledni mišić i broj rođenih svinja) i pad u faktorima koji su dovodili do gubitka novca poput debljine i broja dana do klanja. (izvor: Chen et al, 2002, 2003)



Slika 7: Fenotipski trendovi za dane do 113.5 kilograma, debljina leđa, područje oko leđnog mišića i broj živorođenih za 4 vrste svinja koje pripadaju registriranim stadima u Ujedinjenim Američkim Državama u periodu od 1999 do 2000 godine. (Oldenbroek i van der Waaij, 2014.)

6. Odnos društva i uzgoja

Promjene na području uzgoja životinja uvijek su bile povezane s promjenama u društvu. To je bilo pitanje kombinacije dostupnosti tehnika i tržišne potražnje. Koje su trenutne promjene koje mogu imati refleksiju na uzgoj životinja? Jedna velika razlika u razvijenom svijetu danas u odnosu na prije 30 godina je da su ljudi relativno bogati i/ili je hrana postala relativno jeftina. Postotak prosječnog dohotka koji se troši na hranu u Nizozemskoj smanjio se s 24% u 1980. na samo 9,8% u 2010. U prosjeku ljudi u europskim zemljama troše oko 12% svojih prihoda na hranu, dok ljudi u Rusiji troše 31%, u Indiji 36%, a u nekim istočnoafričkim zemljama čak više od 50% (podaci FAO). Jeftina hrana znači da možete dobiti više za svoj novac. U zapadnom svijetu postoji sve veća zabrinutost ljudi zbog njihove proizvodnje. Trebalo bi biti zdravo, prirodno i lokalno proizvedeno. Osim toga, životinjske proizvode također treba proizvoditi u skladu s dobrobiti životinja. U siromašnijim dijelovima svijeta glavna briga je imati dovoljno hrane dovoljne kvalitete, a kako je proizvedena nije prioritet.

Izazovi za budućnost

Svjetsko stanovništvo ubrzano raste, posebno u urbanim područjima. Sve te ljude treba prehraniti. U ovom trenutku koristi se dvostruko više sredstava nego što bi trebalo iskoristiti kako bi se osiguralo da planet Zemlja preživi. Istodobno se u razvijenim zemljama gubi oko 20% hrane, dok u zemljama u razvoju još uvijek postoji znatan nedostatak hrane. Izazov za budućnost je smanjiti rasipanje u razvijenom svijetu, povećati dostupnost hrane u zemljama u razvoju i to učiniti uz smanjenu emisiju ugljikovog dioksida. Dodatni izazov leži u činjenici da je fosilno gorivo zamijenjeno biogorivom. Mnogo usjeva poput pšenice ili šećerne trske koristi se za proizvodnju biogoriva na štetu proizvodnje hrane. Postoji niz događaja koje industrija uzgoja životinja treba predvidjeti. Kako je uzgoj životinja na farmama postao globalna industrija, tvrtke koje se bave uzgojem trebaju razviti proizvode koji odgovaraju različitim tržištima. U Nizozemskoj postoji rastuća skupina kupaca koji žele potrošiti svoj novac na proizvode s dodatnom pažnjom za okoliš i životinjski prijateljsku proizvodnju. U drugim dijelovima svijeta glavna briga je još uvijek prehrana obitelji, a tu je naglasak više na cijeni nego na načinu proizvodnje. Uzgajivači životinja opskrbljuju oba tržišta. Ali tvrtke koje se bave uzgojem

životinja također preuzimaju moralnu obvezu uzgoja životinja koje mogu proizvesti proizvode za određena tržišta uzimajući u obzir ugljikov dioksid koji ostavljaju.

Primjerice u tijeku su istraživanja kako bi se utvrdilo mogu li svinje i pilići funkcionirati na hrani koja sadrži otpadne proizvode iz industrije biogoriva. U stočarstvu se razvijaju metode za smanjenje emisije metana putem selektivnog uzgoja.

7. Metode uzgoja

Uzgojno-seleksijski rad koji se provodi u populacijama domaćih životinja ima za cilj povećanje uzgojne vrijednosti jedinki u populaciji, što potom rezultira rođenjem potomstva koje nadmašuje svoje roditelje u velikom broju bitnih svojstava koja se nastoje unaprijediti. Kod domaćih životinja najveći broj svojstava obuhvaćenih uzgojno-seleksijskim radom su pojedina proizvodna i reproduksijska svojstva, a sve više i ona koja se odnose na otpornost i zdravlje jedinki.

Ciljevi sparivanja odabranih jedinki mogu biti usmjereni na proizvodnju potomaka za direktnu uporabu (primjerice tov svinja, junadi), pri čemu uzgajivači žele postići uniformnost u pogledu tovnih i klaoničkih svojstava. Postotak inbrida je također vrlo važan i povezan je s uzgojnim ciljem. Inbrida dovodi do povećanja homozigotnosti alela na genskim lokusima, to može biti i dobro i loše. Dobra je strana u tome što se poželjni aleli mogu učvrstiti u populaciji, a loša je u tome što se istovremeno mogu učvrstiti i neki nepoželjni aleli za svojstva koja nisu predmet selekcije. Osim toga, inbrida smanjuje učinke dominantnih alela. Parenje može biti usmjereno na povećanje heterozigotnosti alela te se uslijed dominantnih i epistatičnih učinaka alela u potomaka javlja heterozis. Svrha sparivanja može biti stvaranje nove pasmine ili poboljšanje svojstava jedne pasmine parenjem s pripadnicima drugih pasmina, ali do određene granice, kako bi se zadržala bitna svojstva prve pasmine. Parenje unutar pripadnika iste pasmine naziva se uzgoj u čistoj pasmini, a parenje između pripadnika različitih pasmina naziva se križanje. S genetskog gledišta razlika između ove dvije osnovne metode uzgoja je u tome što se uzgoj u čistoj pasmini temelji na iskorištavanju aditivnih učinaka gena, dok je križanje vezano za iskorištavanje dominantnih i epistatičnih učinaka gena. (Jovanovac, 2012.)

7.1. Uzgoj u čistoj pasmini (krvi)

Uzgoj u čistoj pasmini ili krvi je parenje životinja koje pripadaju istoj pasmini. Uzgoj u krvi stari je naziv za ovu metodu koji potječe iz doba kada se vjerovalo da se putem krvi prenose nasljedna svojstva. Cilj parenja životinja unutar iste pasmine je dobivanje potomstva koje će imati ustaljene i slične genotipske i fenotipske karakteristike.

7.1.1. Uzgoj u čistoj pasmini izvan srodstva

Ovakav način uzgoja u čistoj pasmini predstavlja parenje životinja koje pripadaju istoj pasminskoj populaciji no nemaju zajedničkih predaka unazad četiri do pet generacija. Uzgoj u čistoj pasmini izvan srodstva može biti siguran put u genetskoj izgradnji proizvodnih kapaciteta pasmine. Ograničavajući čimbenik je nedovoljno izražena genetska varijabilnost gospodarski značajnih svojstava jer se tada selekcijom vrlo malo može postići u njihovom genetskom unaprjeđenju.

7.1.2. Uzgoj u čistoj pasmini osvježivanjem krvi (pasmine)

Osvježivanje krvi je metoda koja se koristi kod smanjivanja stupnja srodnosti unutar određenog uzgoja koja se provodi uvozom rasplodnjaka iste pasmine iz drugih populacija te se na taj način postojeća populacija “osvježi” novim izvorima genetske varijabilnosti, a selekcijski se učinak u pogledu produktivnih i funkcionalnih svojstava povećava.

7.1.3. Uzgoj u čistoj pasmini u srodstvu

Pod uzgojem životinja u srodstvu podrazumijevamo postupak parenja životinja koje su u nekom rodbinskom odnosu, odnosno krvnom srodstvu. Stupanj srodstva između životinja utvrđuje se preko rodovnice ili pedigrea. Iz rodovnice se može utvrditi stupanj srodstva izračunavanjem koeficijenta srodstva. Sparivanje srodnih jedinki može biti: najuže tj. incest (parenje roditelja sa djecom, brata sa sestrom ili djedova i baka s unučadi), usko (parenje bratića sa sestrinom, strica s nećakinjom, tetke s nećakom) i umjereno rodbinsko parenje tj. parenje između životinja koje su udaljene od zajedničkog pretka tri do četiri generacije. Uzgoj u srodstvu je viši stupanj uzgoja u čistoj krvi, kojim želimo doći što prije do grla homozigotnih genetičkih konstitucija i time osigurati održavanje nasljednog tipa, odnosno proizvodne sposobnosti. Na taj se način održava željeni nasljedni tip. (Dimić, 1980.). Uzgojem u srodstvu smanjuje se heterozigotnost, a povećava homozigotnost. Pretjerano korištenje ove metode ima svoje negativne posljedice pogotovo u slučaju nekontrolirane primjene spomenutog načina sparivanja jedinki. Kao posljedica moguća je pojava inbridinga depresije, fenomena koji je povezan s neadaptivnim učincima gena. Do ovakvih posljedica ne mora uvijek doći kada se koristi uzgoj u srodstvu. Mnoge suvremene pasmine životinja nastale su upravo primjenom većeg ili manjeg stupnja inbridinga. U provedbi inbridinga potrebna je izuzetna opreznost, posebno kada je u pitanju umjetno osjemenjivanje.

7.1.4. Linijski uzgoj

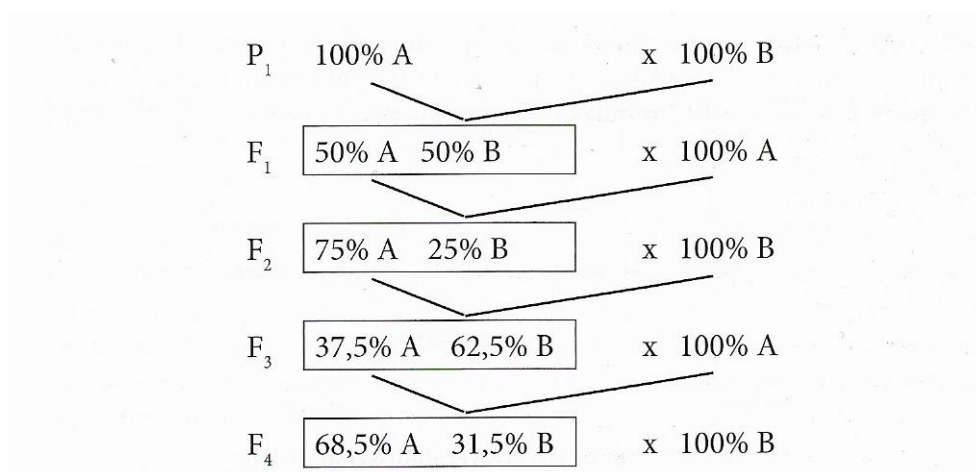
Linijski je uzgoj takav način planskog parenja između jedinki unutar iste pasmine kod kojega se najprije stvore linije, a zatim se pare rasplodnjaci i plotkinje koji pripadaju različitim linijama. U populacijama čistih pasmina linijski se uzgoj koristi u cilju očuvanja i stvaranja genetske varijabilnosti između linija. Parenjem između pripadnika različitih linija može se očekivati određeni postotak heterozisa. Razlikujemo tri stupnja linijskog uzgoja: umjereni, jaki i strogi linijski uzgoj. Umjereni je onaj u kojem krvni udio nekog rasplodnjaka iznosi do 50%, jaki je onaj sa 60-70% krvnog udjela nekog rasplodnjaka, a strogi s oko 87,5% krvnog udjela. U linijskom je uzgoju osnovni problem stvaranje i održavanje linija zbog učinka inbridinga s jedne strane i ograničavajućeg broja potomstva kod većine domaćih životinja s druge strane.

7.2. Uzgoj križanjem

Križanje predstavlja plansko parenje životinja različitih pasmina pri čemu nastaju križanci ili hibridi. Križanje je postupak sasvim suprotan uzgoju u čistoj pasmini. Križanjem se udružuju genetski različite gamete odnosno povećava se heterozigotnost, a posljedično tome u križanaca se javlja heterozis ili hibridni vigor. Križanja primjenjujemo u različite svrhe: da bi heterozis učinak iskoristili u prvoj generaciji križanaca s ciljem postizanja veće proizvodnje, radi unošenja gena plemenitih pasmina u populacije niže genetske vrijednosti s ciljem povećanja proizvodnosti, za uzgoj novih pasmina putem kombiniranja genetske osnove nekoliko različitih pasmina.

7.2.1. Heterozis

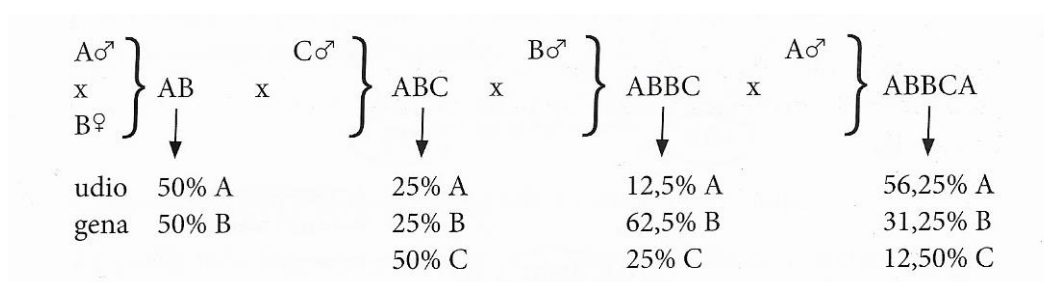
Heterozis je genetski fenomen koji je po učinku sasvim suprotan inbriding depresiji. Učinak heterozisa ogleda se luksuriranjem odnosno većoj izraženosti svojstava povezanih s fitnessom, a to su plodnost, preživljavanje i otpornost. Pojava heterozisa posljedica je heterozigotne genetske konstitucije križanaca koja se javlja kao posljedica genetske raznolikosti populacija ili pasmina koje križamo. Postotak heterozisa za neko svojstvo ovisi o pasminama koje se koriste za križanje. Križanjem između pasmina koje su za isto svojstvo genetski sličnije ne može se očekivati visok postotak heterozisa, za razliku od onih koje su genetski udaljenije. Veličina realiziranog heterozisa ovisi o okolišnim čimbenicima unutar kojih se odvija proizvodnja križanaca i roditeljskih pasmina. (Jovanovac, 2012.)



Slika 9: Izmjenični tip uporabnog križanja

(izvor: Jovanovac, 2012.)

Rotacijsko uporabno križanje je parenje između tri ili više pasmina kroz tri ili više generacija. Nakon svake generacije mijenja se rasplodnjak jedne od triju pasmina.



Slika 10: Rotacijski tip uporabnog križanja (prema Hrasnici i Ogrizeku, 1961.)

(izvor: Jovanovac, 2012.)

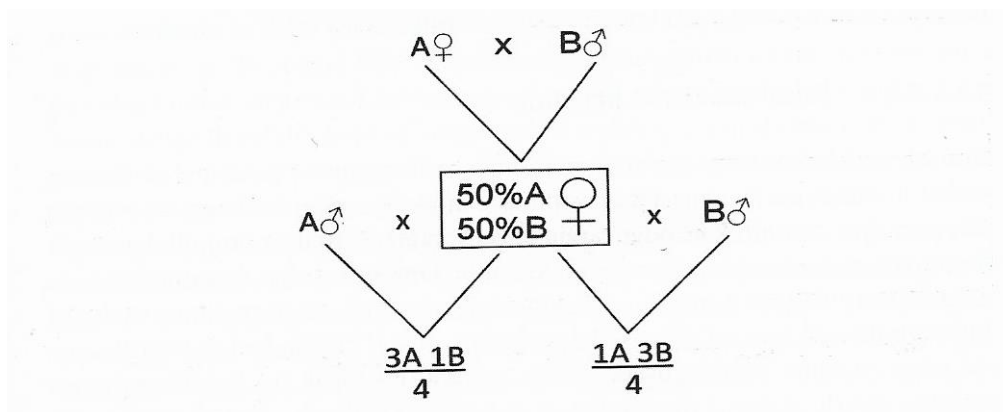
Pretapajuće ili potiskujuće križanje

Pretapajuće nam križanje govori kako ćemo postepeno neku pasminu pretopiti u drugu plemenitu pasminu i to tako da potiskujemo genom izvorne pasmine povratnim parenjem jedinki s rasplodnjacima druge plemenite pasmine. Postupa se tako da se izabrane plotkinje pasmine koju želimo poboljšati pare s izabranim rasplodnjacima plemenite pasmine, a odbarano žensko potomstvo F1 i daljnjih generacija dalje se pari s rasplodnjacima plemenite pasmine sve dok generacije potomaka ne poprime u potpunosti obilježja

plemenite pasmine. Za pretapanje jedne pasmine u drugu potrebno je najmanje 5-6 generacija. Proces pretapajućeg križanja je vrlo složen i dugotrajan. Za postignuće željenog uspjeha u pretapajućem križanju potrebno je postaviti uzgojni cilj i program i u skladu s tim provoditi plansku selekciju muških i ženskih grla u cilju pronalaženja iznadprosječnih roditelja čiji će potomci nadvisiti genetski potencijal prethodne generacije i biti potencijalni roditelji nove generacije. (Jovanovac, 2012.)

Melioracijsko križanje

Melioracijskim križanjem se poboljšavaju pasmine ekonomski nezadovoljavajućih svojstava s pasminom u kojoj su ta svojstva dobro izražena. Ovim načinom križanja nastojimo zadržati bitna pasminska svojstva pasmine koju oplemenjujemo. Melioracijsko križanje se provodi u dva oblika: križanje domaće pasmine s plemenitom pasminom i križanje između plemenitih pasmina. Uspjeh melioracijskog križanja ovisi o izboru plemenite pasmine te osiguranju dovoljne količine sjemena rasplodnjaka, o odabiru svojstava koja želimo poboljšati te o osiguranju odgovarajućih uvjeta uzgoja oplemenjene pasmine.



Slika 11: Način provedbe melioracijskog križanja (prema Hrasnici i Ogrizeku, 1961.)

(izvor: Jovanovac, 2012.)

Kombinacijsko križanje

Kombinacijsko križanje je stvaranje nove pasmine na temelju različitih kombinacija gena više pasmina. Cilj je združiti povoljna svojstva dviju ili više pasmina i stvoriti novi tip koji će imati sigurnost u nasljeđivanju željenih svojstava. U cilju je stvoriti pasminu dobre plodnosti, otpornosti i tovnosti. Stvaranjem crne slavonske svinje kombinacijskim križanjem lasaste mangulice s nerastovima Berkshire pasmine i Poland Chine svinje. Cilj je bio poboljšati ranozrelost, plodnost i mesnatost uz zadržavanje dobre otpornosti lasaste mangulice – autohtone pasmine.

8. Zaključak

Domesticiranje životinja započelo je s psom, a kasnije domaćim životinjama na farmama. Opći princip uzgoja domaćih životinja isti je bez obzira na vrstu domaće životinje, ali se praktični pristup može razlikovati u načinu i brzini reprodukcije te po učinku genetskih predispozicija i čimbenika okoliša na kvantitativna svojstva. Čovječanstvo je počelo stvarati pasmine popraćene umjetnom selekcijom prije 250 godina. Danas je uzgoj visokoproduktivnih domaćih životinja poput goveda, svinja i peradi u rukama multinacionalnih kompanija koje ulažu mnogo novca u vrhunske programe uzgoja. Uzgoj životinja ima za cilj poboljšanje životinja promjenom njihovih genetskih sposobnosti za važne osobine. Te su osobine određene zahtjevima društva i željama koje se mogu vremenom mijenjati. Programi uzgoja goveda, svinja i peradi rezultirali su povećanim količinama mlijeka, mesa ili jaja. Također su se mogućnosti konja naglo poboljšale, iako ponekad se primjećuju neočekivani negativni učinci uzgoja životinja koji zahtijevaju odgovarajuće korekcije (npr. pas). U prirodnoj selekciji opstanak i reproduktivni uspjeh životinja ne određujemo samo mi, već i okoliš. Nakon što smo odlučili koje životinje planiramo kao roditelje, još uvijek trebaju biti u stanju preživjeti do reproduktivne dobi i moći se uspješno razmnožavati. Životinje se prilagođavaju svom okruženju, a oni koji to najbolje mogu biti će najuspješniji u preživljavanju i reprodukciji. U prirodnoj selekciji smjer odabira je prilagođavanje okolišu.

9. Popis literature

1. Árnason, T. (2001): Trends and asymptotic limits for racing speed in standardbred trotters. *Livestock Production Science*, 72, 135-145
2. Dimić, P. (1980): Osnove stočarstva, Sveučilište u Osijeku, Poljoprivredni fakultet
3. Faure, J.M., Bessei, W., Jones, R.B. (2003): Direct selection for improvement of animal well-being. *Poultry Breeding and Biotechnology*. Muir, W. & Aggrey, S. (Eds.). CAB International. 221-245.
4. Havenstain G.B., Feket P.R., Quershi M.A. (2003): Growth, livability, and feed conversion of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poultry Science*, 82 (10), 1500-1508.
5. Jovanovac, S. (2012): Principi uzgoja životinja, Poljoprivredni fakultet u Osijeku.
6. Oldenbroek Kor and van der Waaij Liesbeth (2014): Textbook Animal Breeding and Genetics for BSc students. Centre for Genetic Resources The Netherlands and Animal Breeding and Genomics Centre, 2014.
7. Rishell, W.A. (1997): Breeding and genetics – historical perspective. *Poultry science*, 76 (8), 1057-1061.

PRILOZI

SLIKE

Redni broj	Naziv	Str.
1.	Fenotipski trend proizvodnje mlijeka nizozemskih crno-bijelih mliječnih goveda u razdoblju od 1945. do 2010. godine	12
2.	Fenotipski trend (crveni) u odnosu na procijenjeni genetski trend (zeleno) za proizvodnju mlijeka u nizozemskim crno-bijelim mliječnim govedima u razdoblju 1995. - 2013	13
3.	Učinak genetskog unaprijeđenja i hranidbe na težinu u fiksnim godinama u 2001. u usporedbi s 1957. u brojlera	13
4.	Učinak selektivnog uzgoja u kokoši nesilica na starost pri prvom jajetu, težinu i masu jaja, te učinkovitost hranidbe u razdoblju od 1950.-1993.	14
5.	Prikaz fenotipski trendovi u brzini utrke u švedskim standardbred muškim kasačima u razdoblju od 1976. – 1996.	14
6.	Fenotipski trendovi u osvajanju utrka za konjičare u Kentucky Derby u razdoblju 1900-2013.	15
7.	Fenotipski trendovi za dane do 113.5 kilograma, debljina leđa, područje oko lednog mišića i broj živorođenih za 4 vrste svinja koje pripadaju registriranim stadima u Ujedinjenim Američkim Državama u periodu od 1999 do 2000 godine.	16
8.	Jednokratno uporabno križanje	22
9.	Izmjenični tip uporabnog križanja	23
10.	Rotacijski tip uporabnog križanja (prema Hrasnici i Ogrizeku, 1961.)	23
11.	Način provedbe melioracijskog križanja (prema Hrasnici i Ogrizeku, 1961.)	24